

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-304685

(43)Date of publication of application : 28.10.1992

(51)Int.Cl.

H01L 41/107  
H01F 31/00  
H01L 41/09

(21)Application number : 03-069609

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 02.04.1991

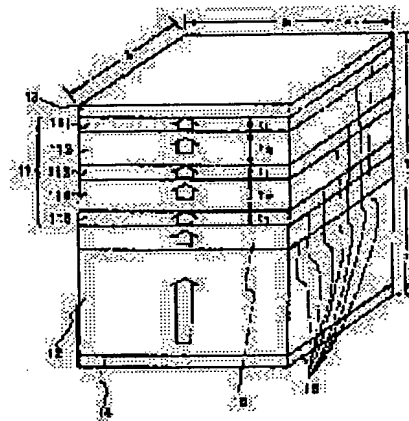
(72)Inventor : SASAKI YASUHIRO  
UEHARA KANEO  
INOUE TAKESHI

## (54) THICKNESS LONGITUDINAL VIBRATION PIEZOELECTRIC TRANSFORMER AND ITS DRIVE METHOD

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a small-sized piezoelectric ceramic transformer for power supply service which is free of electrode detachment or porcelain breakdown during polarization processing and hence provides a high mechanical quality factor  $Q_m$  and high power transmission efficiency.

**CONSTITUTION:** As illustrated in Fig. 1, a piezoelectric ceramic transformer comprises a low impedance section 11 which laminates piezoelectric ceramics multilayers 111 to 115 whose thickness is diversified and a high impedance section 12 and an internal electrode 16. Polarization processing is carried out for the low impedance section 11 and the high impedance section in the same thickness direction and the same direction. In the low impedance section, one and more piezoelectric ceramic layers are arranged to differ from other layers in their thickness.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-304685

(43) 公開日 平成4年(1992)10月28日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 41/107				
H 0 1 F 31/00		Z 8935-5E		
H 0 1 L 41/09				
		7342-4M	H 0 1 L 41/08	A
		7342-4M		S
審査請求 未請求 請求項の数4(全 5 頁)				

(21) 出願番号 特願平3-69609

(22) 出願日 平成3年(1991)4月2日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 佐々木 康弘

東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内

(72) 発明者 上原 兼雄

東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内

(72) 発明者 井上 武志

東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内

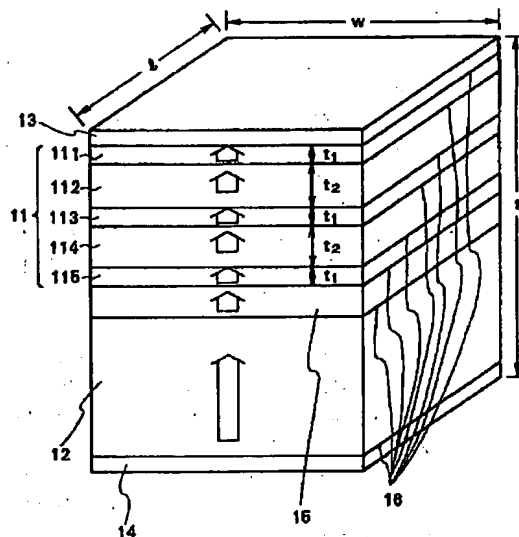
(74) 代理人 弁理士 内原 晋

(54) 【発明の名称】 厚み縦振動圧電磁器トランスとその駆動方法

(57) 【要約】

【目的】 分極処理の際の電極の剥離や磁器の破壊がない、従って機械品質係数 $Q_m$ が高く、電力伝送効率の高い電源用小型圧電磁器トランスを提供することを目的とする。

【構成】 図1に示すように、本発明の圧電磁器トランスは、厚みの異なる圧電磁器層111~115を多層積層した低インピーダンス部11と高インピーダンス部12、内部電極16から構成される。また低インピーダンス部11、高インピーダンス部ともに厚さ方向に一樣かつ同じ向きに分極処理を施している。また、低インピーダンス部では1以上の圧電磁器層が他の層と異なる厚さである。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部電極と圧電磁器層とが交互に積層された構造を有し、該積層体中に低インピーダンス部と高インピーダンス部とが形成された厚み縦振動圧電磁器トランスにおいて、複数の圧電磁器層からなる低インピーダンス部では、駆動時に電荷分布の最大になる位置またはその近傍に他の圧電磁器層より厚みの薄い圧電磁器層が1または2以上配置されており、また該トランスにおいて、各内部電極間の圧電磁器層は厚さ方向にかつ同じ向きに分極されていることを特徴とする厚み縦振動圧電磁器トランス。

【請求項2】 請求項(1)の厚み縦振動圧電磁器トランスにおいて厚さ方向の上下面を平行平面研磨することにより、厚み縦振動2分の1波長モードあるいは1波長モードの周辺数が所期の周波数と一致するように厚さを調整し、その共振周波数で駆動することを特徴とする厚み縦振動圧電磁器トランスの駆動方法。

【請求項3】 請求項(1)の厚み縦振動圧電磁器トランスに於いて、高インピーダンス部を入力1系統、低インピーダンス部の電気端子対を並列接続して出力1系統とした構成を特徴とする厚み縦振動圧電磁器トランス。

【請求項4】 請求項(1)の厚み縦振動圧電磁器トランスに於いて、高インピーダンス部を入力1系統、低インピーダンス部の電気端子対を互いに独立として出力多系統にした構成を特徴とする厚み縦振動圧電磁器トランス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、高周波帯で動作可能な圧電磁器トランス、特に小型化、低ノイズ化が要求されるオンボード用圧電磁器トランスに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、電子装置を小型化するために、スイッチング電源のスイッチング周波数の高周波化が図られている。従来より、このスイッチング電源には電磁トランスが用いられているが、このスイッチング周波数を高くすると、電磁トランスに用いられている磁性材料のヒステリシス損失、渦電流損失や導線の表皮効果による損失が急激に増大し、トランスの効率が非常に低くなる欠点があった。このため、電磁トランスの実用的な周波数帯域の上限はせいぜい500KHzであった。

【0003】 これに対して、圧電磁器トランスは、共振状態で使用され、一般の電磁トランスに比べて(1)同一の周波数においてエネルギー密度が高いため小型化が図れること、(2)不燃化が図れること、(3)電磁誘導によるノイズがでないこと、など、数多くの長所を有している。

【0004】 図4には従来の代表的な圧電トランスであるローゼン型圧電トランスの構造を示す。以下、図面に沿って説明する。高電圧を取り出す場合、表面に電極が

2

設けられた圧電磁器板において、41で示す部分は圧電トランスの低インピーダンスの駆動部分であり、その上下面に電極43、44が設けられており、この部分は高インピーダンスの発電部分であり、その端面に電極45が設けられており、発電部分42は図中47で示すように圧電磁器板の長さ方向に分極されている。この圧電トランスの動作は、駆動電極43、44に電圧が印加されると横効果31モードで電気機械結合係数 $k_{31}$ によって縦振動が励振され、トランス全体が振動する。さらに発電部分42では、電気機械結合係数 $k_{33}$ により縦効果縦振動(33モード)により、出力電極45から高電圧が取り出せる。一方、高電圧を入力して低電圧を出力させるには、縦効果の高インピーダンス部分42を入力側とし、横効果の低インピーダンス部分41を出力側にすればよいことは明らかである。他の圧電トランスいずれもローゼン型と同じ平板の伸び振動や円板径方向の径広がりを振動を利用したものであり、適用周波数は最高200kHzまでである。

【0005】 それに対し、本発明者らはすでに厚み方向に分極した圧電磁器板を積み重ねた構造であり、厚み縦振動の共振周波数で駆動する事により、MHz帯での動作が可能な圧電磁器トランスを提案している。(特願平1-139525)。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明者らがすでに提案した厚み縦振動モードを用いた積層圧電磁器トランスを駆動させる際、低インピーダンス部分に分極が厚み方向に一律で同じ向きでありかつ各磁器層の厚みが均一であると、低インピーダンス部全体で電荷のキャンセルが起こり、各磁器層に誘起される電界は互いに打ち消し合う。すなわち、蓄えられる静電エネルギーはキャンセルされて電力伝送効率は低下する。

【0007】 また、従来の分極法では素子全体を厚み方向に一律に分極後、低インピーダンス部の各磁器層を、互いに向きを変えて分極していたが、この方法では低インピーダンス部分の分極反転にともなう機械的歪により、電極の剥離や圧電磁器層の破壊が部分的に起こり、このため圧電磁器トランスの機械的品質係数 $Q_m$ が低下し、圧電磁器トランスの電力伝送効率が劣化する欠点があった。

【0008】 さらに、先の圧電トランスでは構造的に出力端子対を複数個とすることは困難であった。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明は、内部電極と圧電磁器層とが交互に積層された構造を有し、該積層体中に低インピーダンス部と高インピーダンス部とが形成された厚み縦振動圧電磁器トランスであって、複数の圧電磁器層からなる低インピーダンス部では、駆動時に電荷分布の最大になる位置またはその近傍に他の圧電磁器層より厚みの薄い圧電磁器層が1または2以上配置されてお

り、また該トランスにおいて、各内部電極間の圧電磁器層は厚さ方向にかつ同じ向きに分極されている。

【0010】また、低インピーダンス部と高インピーダンス部を同時に厚み方向にかつ同じ向きに分極した該圧電磁器トランスにおいて、上下面を平行平面研磨することにより厚み縦振動の2分の1波長モードあるいは1波長モードの共振周波数が所期の周波数と一致するように厚さを調整し、その共振周波数で駆動することを特徴とする駆動方法である。

【0011】

【作用】本発明は、1MHz以上の高周波において低損失で十分な機能を有する圧電トランスを提供するためになされたものである。図1に例示するように、本発明の圧電磁器トランスは、厚み方向に分極され厚みの異なる圧電磁器層111~115を多数積層した低インピーダンス部11と単層もしくはせいぜい2、3層の圧電磁器層からなる高インピーダンス部12および周波数調整用磁器層13、14、低インピーダンス部11と高インピーダンス部を電氣的に分離する働きを持つ絶縁層15で構成されている。ここで低インピーダンス部11の圧電磁器板を隣接する各層の分極が厚み方向にかつ同じ向きに一樣になるように、また各層の厚みが $t_1 > t_2$ となるように積層している。厚み $t_1$ をもつ大容量の、相対向する2つの電極を有する磁器層が電荷分布の最大になる位置 $k$ 近いほど電力伝送効率が高くなることは言うまでもない。このような構造に設計することで低インピーダンス部の電荷のキャンセルの少ない、従って電力伝送効率の高い圧電磁器トランスを実現できる。

【0012】また、本発明の圧電磁器トランスは厚み縦振動共振モードで駆動させるため、使用される材料には輪郭広がり振動のスプリング振動を抑制した、すなわち電気機械結合係数の異方性を有する材料、例えばPbTiO<sub>3</sub>系材料を用いる。従来、分極操作の際には素子全体を厚み方向にかつ同じ向きに一樣に分極処理した後、低インピーダンス部を、電極に挟まれた各磁器層の分極の向きが互いに逆向きになるようにさらにもう1回の分極操作を行うが、PbTiO<sub>3</sub>系材料のように結晶の軸率 $c/a$ の大きな材料を用いて作製した圧電磁器トランスに対してこの方法を用いると、低インピーダンス部の分極反転に伴う歪が大きいために、電極の剥離や圧電磁器の部分的な破壊が起こり易くなる。電極の剥離や圧電磁器の破壊は電力伝送効率を低下させる。そこで高インピーダンス部と低インピーダンス部を1回で同時に、また厚み方向にかつ同じ向きに一樣な分極操作を行うことにより、電極の剥離や圧電磁器の破壊を完全になくすることができる。

【0013】このような内部多層電極構造を有する圧電磁器トランスは、積層セラミックコンデンサーや積層圧電アクチュエーター等で用いられている積層セラミック技術（ドクターブレード法）で作製可能であり、このよう

な方法で作製した圧電磁器トランスでは層間隔を20μm程度まで薄くすることができる。従って、2分の1波長モード（両端自由の基本モード）あるいは1波長モード（両端自由の2次モード）で厚み縦共振振動を利用するとしても、積層セラミック技術を用いて、5~10MHz帯の超高周波領域で動作する圧電磁器トランスも実現できる。

【0014】厚み縦振動で駆動させる本圧電磁器トランスの結線図を図2に示す。低インピーダンス部11の内部電極16に電気端子23、24を図のように接続する。このように接続した場合、高インピーダンス側の電気端子21、22間に厚み縦振動の共振周波数と等しい周波数の高電圧を印加すると、高インピーダンス部12の圧電逆効果により圧電磁器トランスは機械的に共振し、低インピーダンス部11では圧電正効果により入力電圧と同一周波数の電圧が発生し、電気端子21、22間に出力する。その際、入力側と出力側のインピーダンスの違いにより、電気端子23、24間の電圧は電気端子21、22間の電圧よりも低くなる。逆に低電圧を高電圧に変換する場合は、電気端子23、24間に低電圧を印加すれば端子21、22間から高電圧が出力されることはもちろん可能である。

【0015】図2では本発明圧電磁器トランスに対して高インピーダンス部12に入力1系統、低インピーダンス部は相対向する内部電極に挟まれた各圧電磁器を並列に接続した出力1系統とする結線図を示したが、図3のように低インピーダンス部11の電気端子33~38を単独に取り出せば、多系統の出力端子対が得られ、様々な変成比を得ることが可能である。

【0016】また、図2に示すように、低インピーダンス部11と高インピーダンス部12の間に絶縁層15を配置すれば電気端子21、22と電気端子23、24を電氣的に分離できるため周辺回路の自由度を増すことができる。

【0017】

【実施例】本発明に基づく圧電磁器トランスの実施例として、図1に示した構成の圧電磁器トランスを積層セラミック技術により作製した。圧電磁器の材料はPbTiO<sub>3</sub>系圧電磁器（株式会社トーキン製、商品名NEPEC-200）である。

【0018】低インピーダンス部11の圧電磁器板を、1層の厚さが約0.17mmのものを3枚、約0.34mmのものを2枚交互に積層した。但し、厚さ約0.17mmの磁器板1枚を電極分布が最大となる位置に配置した。高インピーダンス部12の厚さは約1.4mmとし、また低インピーダンス部11と高インピーダンス部12に挟まれた絶縁層15の厚さを0.2mmとする。また、周波数調整層13、14にも同じ材料を用い、厚さは約0.1mmとした。尚、この周波数調整層は低インピーダンス部、高インピーダンス部と一体焼成でき

6

したところ、低インピーダンス部の各々の出力端子対から異なる変成比が得られ、電力伝送効率も駆動周波数 1.64 MHz において 98% の高効率となった。

【発明の効果】以上記述した如く、本発明に従った構成の圧電磁器トランスは、すでに提案されているものの欠点を解決し、1 MHz 以上の高周波帯において使用することができ、かつ小型で高効率であるという従来の圧電トランスにはない長所があり、工業価値も多大である。

【図１】本発明の実施例を示す圧電磁器トランスの斜視図である。

【図 3】本発明の実施例を示す圧電磁器トランスの結線図である。

【符号の説明】

## 12、42 高インピーダンス部

### 1.5 絶縁層

21、22、23

5. 36. 37. 38

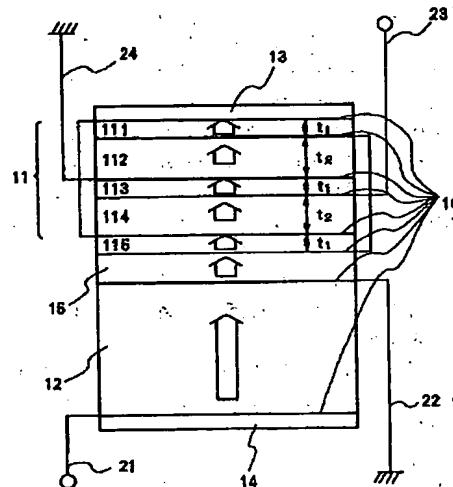
電氣端子

— 24 —

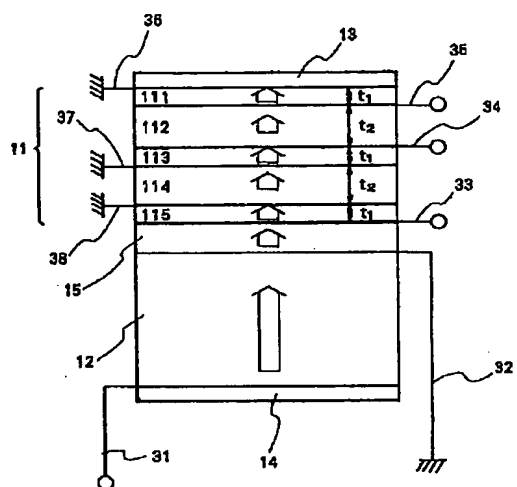
**10**

20

【图 2】



【図3】



【図4】

